



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
LEONARDO LOBÃO LACERDA

**A IMPORTÂNCIA DA ATENÇÃO SELETIVA COMO ASPECTO FACILITADOR
DO APRENDIZADO MOTOR NA PRÁTICA VIOLINÍSTICA**

Belo Horizonte
2017

LEONARDO LOBÃO LACERDA

**A IMPORTÂNCIA DA ATENÇÃO SELETIVA COMO ASPECTO FACILITADOR
DO APRENDIZADO MOTOR NA PRÁTICA VIOLINÍSTICA**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Neurociências.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Rezende Souza

Coorientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves Afonso Mourão

Belo Horizonte

2017

043

Lacerda, Leonardo Lobão.

A importância da atenção seletiva como aspecto facilitador do aprendizado motor na prática violinística [manuscrito] / Leonardo Lobão Lacerda. – 2017.

48 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Rezende Souza. Coorientador: Prof. Dr. Flávio Mourão.

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Neurociências.

1. Neurociências - Teses. 2. Musica - Teses. 3. Violino. I. Souza, Bruno Rezende. II. Mourão, Flávio Gonçalves Afonso. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. IV. Título.

CDU: 612.8

LEONARDO LOBÃO LACERDA

**A IMPORTÂNCIA DA ATENÇÃO SELETIVA COMO ASPECTO FACILITADOR
DO APRENDIZADO MOTOR NA PRÁTICA VIOLINÍSTICA**

Esta Monografia foi julgada adequada à obtenção do título de Especialista em Neurociências e aprovada em sua forma final pelo Curso de Especialização em Neurociências da Universidade Federal de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 23 de fevereiro de 2017.

Professor e orientador, Dr. Bruno Rezende Souza
Universidade Federal de Minas Gerais

Professor e coorientador, Dr. Flávio Gonçalves Afonso Mourão
Universidade Federal de Minas Gerais

Professor Dr. Renato Tocantins Sampaio
Universidade Federal de Minas Gerais

Para Bete.

AGRADECIMENTOS

Professor Bruno Rezende, cuja ajuda, envolvimento e dedicação tornaram este trabalho não apenas possível, mas prazeroso de ser feito.

Professor Flávio Mourão, pela motivação, entusiasmo e correções.

Bete, pela inestimável ajuda na confecção e revisão do texto, sem a qual este trabalho não seria concluído.

Professora Mônica Pedrosa, diretora da Escola de Música da UFMG, que, generosamente, me concedeu uma licença parcial para a realização da Especialização em Neurociências.

Prof. Lincoln Andrade, que, generosamente, me permitiu a ausência dos trabalhos durante o meu envolvimento com a Especialização em Neurociências.

Meus colegas da Orquestra da Escola de Música da UFMG, especialmente Elias e Eliseu, que generosamente supriram minha ausência.

Meus colegas da especialização, que enriqueceram meus conhecimentos durante a realização dos trabalhos e conversas extraclasse.

Luciana, pelas ideias e pela solicitude.

Prof. Leopold LaFosse (*in memoriam*), por me apresentar um universo novo dentro da música.

Prof. Paulo Bosísio, por me motivar o aperfeiçoamento de novos conhecimentos sobre consciência corporal.

Professor Renato Tocantins Sampaio, por ter aceitado participar da minha banca com alegria.

Minha mãe e meu pai pelo apoio de uma vida inteira.

“É mais fácil esculpir rochas do que vencer hábitos antigos.”

(Provérbio judaico)

RESUMO

O violino é um instrumento musical cujo aprendizado requer intensa dedicação e muitas horas diárias de estudo. A evolução do aprendiz e a obtenção de um nível de desempenho satisfatório demanda um plano de estudo bem realizado, ancorado em um bom processo de gerenciamento do tempo com vistas ao aperfeiçoamento das operações mentais e mecânicas envolvidas na prática violinística.

Regulada pelas Funções Executivas do cérebro, a atenção potencializa o estudo à medida que tem um papel fundamental na promoção de processos variados, tais como o controle do refinamento técnico e musical, a memorização de movimentos, a economia de energia, o bom aproveitamento do tempo e a prevenção de desconfortos osteomusculares resultantes da execução de movimentos repetitivos sem a devida consciência corporal.

Palavras-chave: Violino. Música. Atenção.

ABSTRACT

The learning of the violin requires intense dedication and several hours of daily practice. The success of its development is based on a well organized daily routine and optimal time management in order for the student to accomplish the associated mental and mechanical processes.

Attention is a process regulated by the Executive Functions of the brain and it increases the chances of success during practice. Attention plays an important role in building a good technique and musical skills, energy saving, memory, time management, and prevention of osteomuscular disorders produced by movements made without body consciousness.

Keywords: Violin. Music. Attention.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Medição do efeito da atenção na detecção visual	16
Figura 02 – Orelha externa, média e interna	18
Figura 03 – Altura e intensidade do som	19
Figura 04 – Janela oval	19
Figura 05 – A Cóclea	20
Figura 06 – Membrana basilar e órgão de Corti	21
Figura 07 – Membrana basilar e órgão de Corti	21
Figura 08 – Escala tonotópica da cóclea	22
Figura 09 – Escala tonotópica da cóclea	22
Figura 10 – Harpa	23
Figura 11 – Inervação do órgão de Corti	23
Figura 12 – Áreas auditivas corticais	24
Figura 13 – Área auditiva cortical primária	25
Figura 14 – Sistemas de memória	26

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	MÚSICA	13
3	PROCESSOS ATENCIONAIS	14
4	SISTEMA AUDITIVO	18
5	DEFINIÇÃO DE MEMÓRIA	26
5.1	MEMÓRIA EXPLÍCITA	28
5.2	MEMÓRIA IMPLÍCITA	28
5.2.1	AS CATEGORIAS DA MEMÓRIA IMPLÍCITA	29
5.2.1.1	APRENDIZADO ASSOCIATIVO	29
5.2.1.2	APRENDIZADO NÃO-ASSOCIATIVO	30
5.2.1.3	<i>PRIMING</i>	31
6	A RELAÇÃO ENTRE MÚSICA, MEMÓRIA E APRENDIZADO	32
6.1	MEMÓRIA E APRENDIZADO	32
6.2	MÚSICA, ATENÇÃO E APRENDIZADO MUSICAL	33
6.3	O APRENDIZADO DA MÚSICA	36
7	CONCLUSÃO.....	42
	REFERÊNCIAS	44
	ANEXOS	46
	ANEXO A – ELEMENTOS DA LINGUAGEM MUSICAL	47

1 INTRODUÇÃO

O aprendizado da música é, frequentemente, associado ao dom. Deste ponto de vista decorrente do senso comum, resulta uma visão de que o aprendizado da música vincula-se, em grande escala, a um conjunto de atributos inatos ao indivíduo, os quais estariam mais ligados a uma predisposição vocacional do que ao domínio de habilidades passíveis de serem aprendidas. Ao contrário, o domínio dessas habilidades pressupõe a aquisição de conhecimentos e de técnicas que envolvem tanto o aprendizado de um código específico (a linguagem da música) quanto treinos motores, sem falar do conhecimento do repertório associado a aspectos estéticos e históricos.

Ainda que se possa dizer que haja uma determinada carga de subjetividade na formação de um músico e na sua própria capacidade de alcançar resultados (como a sua vontade, o seu empenho, o material de que dispõe e o contexto cultural em que vive), é importante ampliar o ponto de vista veiculado pelo senso comum sobre o aprendizado musical e compreender que a música é uma forma de expressão cujo aprendizado está associado à aquisição e ao domínio de habilidades que podem ser desenvolvidas por qualquer indivíduo. Este aprendizado envolve não somente o interesse e a determinação de aprender a linguagem musical, mas também o contato com processos pedagógicos que estabeleçam como pressuposto a ativação consciente da atenção e da percepção do estudante no processo ensino-aprendizagem.

O corpo humano é dotado de sistemas capazes de detectar os estímulos físicos e/ou químicos ambientais e paralelamente efetuar ações motoras em função da percepção dos estímulos detectados, o que garante uma constante interação com o contexto que o cerca. (ADRIAN e ZOTTERMAN, 1926)

Este processo foi essencial para a manutenção da vida. Em tempos remotos, o simples fato de sair da caverna para buscar alimento não prescindia da capacidade de perceber a presença de um predador. Analogamente, de nada adiantaria perceber a presença de uma ameaça se não tivéssemos condições de agir sobre ela.

Com a evolução das espécies, as necessidades de percepção e ação foram se aprimorando. Surgiu a necessidade de comunicação e da realização de atividades com maior exigência de coordenação motora aprimorada.

Em alguns casos, os sistemas são, consideravelmente, simples, compostos por uma rede neural caracteristicamente monossináptica, ou seja, composta por uma única sinapse. Esta arquitetura garante a execução de respostas rápidas, protetoras e não conscientes, a partir de uma sensação, como ocorre nos reflexos medulares. Por exemplo, ao encostarmos a mão numa panela quente, a imediata resposta é a retirada da mão. Nesse caso, tanto sistema sensorial quanto sistema motor agem de forma muito rápida, quase que instantaneamente. (ADRIAN e ZOTTERMAN, 1926)

Contudo, há situações em que o sistema sensorial demanda uma complexa rede de processamento neural, necessitando da elaboração de intrincados processos cognitivos antes de uma determinada ação, (FRIES, 2005) como, por exemplo, na execução de um instrumento musical. Nesse caso, a associação de diversos estímulos sensoriais como o tato, a visão e, principalmente, a audição, contribuirá para um correto aprendizado associativo e promoverá uma ação motora adequada.

No que se refere ao aprendizado de um instrumento musical, a ação é de tal ordem complexa, por envolver aspectos motores, posturais, técnicos e cognitivos, que é comum que o aprendiz, vez por outra, perca a concentração. É natural que nossas funções cognitivas estejam, em determinados momentos, sujeitas à preguiça e ao automatismo. Nessas situações, em que a mente parece vagar, é importante estabelecer estratégias que mantenham a concentração e recuperem a produtividade do estudo.

Essas estratégias precisam ser não apenas elaboradas, mas também treinadas. Um bom entendimento do que está acontecendo é fundamental para a eficácia do aprendizado. Foi tendo como base esta observação que este trabalho se motivou. O que fazer para otimizar nossas funções cognitivas? Como tirar o maior proveito do tempo investido no estudo de um instrumento musical como o violino? Como estudar melhor, com mais eficiência e obter melhores resultados?

Outra motivação deste trabalho é contribuir para fornecer material de suporte para a pesquisa em performance musical, a qual, segundo Palmer, ainda é incipiente. “O interesse da comunidade científica em aplicar métodos de imagem e técnicas de captura de movimento em performance musical sugere que muito em breve poderemos saber como os aspectos motores da performance musical são representados na memória.” (PALMER, 2006)

2 MÚSICA

A definição de música – suas características, importância, função e significado – pode variar de acordo com sociedades, culturas e períodos históricos. A maioria dos dicionários de música em língua inglesa e outras línguas europeias, assim como grandes enciclopédias, diferem muito em seus conceitos. (SADIE; TYRRELL, 2001)

Oferecer uma definição universal sobre o conceito de música estaria além da capacidade de um único autor e seria precipitado definir música sem uma análise detalhada dos pontos de vista de um sem número de disciplinas relevantes, tais como a Psicologia, a Física, a Estética, a Pedagogia e a Teoria Musical. (SADIE; TYRRELL, 2001)

O presente trabalho deixará de lado a apreciação musical para focar na parte da música que se refere à interpretação, por seu inequívoco envolvimento com o sistema motor e perceptivo.

Interpretar é agir ativamente. Interpretar significa “descobrir e comunicar os significados que podem estar ocultos por detrás de uma série de significantes fundamentais.” (MAGNANI, 1989, p. 61) A interpretação é uma atividade “baseada no reconhecimento dos símbolos e dos caminhos misteriosos da sua gênese, a fim de se chegar à tradução dos símbolos em eventos ou fenômenos [...] sonoros.” (Ibidem, p. 61) A origem etimológica da palavra interpretar “ou interpretar” (do latim *interpetras* = entre as pedrinhas) (Ibidem, p. 61) deixa claro que a tradução dos símbolos em fenômenos sonoros demanda atenção e consciência para uma análise pormenorizada das entrelinhas.

No próximo capítulo, serão apresentadas as conclusões obtidas por uma pesquisa da Universidade de Oregon, as quais demonstraram que o tempo de reação de um indivíduo a um determinado estímulo diminui com o aumento da atenção, revelando a importância desta no processo de aprendizado. Com mais atenção, o indivíduo pode interferir com maior eficácia na sua ação e no seu comportamento. (BEAR *et al.*, 2007)

3 PROCESSOS ATENCIONAIS

“É mais difícil vencer hábitos antigos do que esculpir rochas”, diz um provérbio judaico. É mais fácil continuar fazendo o que estamos habituados a fazer do que mudar, assim como é mais fácil entrar em piloto automático do que considerar qual a melhor atitude a se tomar. Para que uma mudança se processe, é necessária a ativação das Funções Executivas do cérebro, um conjunto de processos mentais necessários quando queremos prestar atenção em algo. (DIAMOND, 2013)

A principal região cerebral relacionada ao funcionamento executivo é o córtex pré-frontal (CHERKES-JULKOWSKI, 2005), sendo que a comparação entre as suas atribuições e as funções exercidas pelo maestro de uma orquestra é “[...] bastante elucidativa, pois o córtex pré-frontal dirige uma orquestra com várias funções, ordenando a entrada, modulando a intensidade e controlando a interrupção de cada uma delas durante o espetáculo.” (FONTES, 2016)

As funções executivas são importantes em atividades que exigem organização, planejamento, manejo do tempo, flexibilidade, persistência e autocontrole, (TEIXEIRA, 2016) tais como o aprendizado de um instrumento musical.

O Controle Inibitório, uma das três grandes categorias das Funções Executivas (juntamente com a Memória de Trabalho e a Flexibilidade Cognitiva), diz respeito ao controle da atenção, do comportamento, do pensamento e das emoções quando há a necessidade ou o desejo de vencer uma tendência interna que se quer modificar, e fazer o que é mais apropriado e/ou necessário. Sem o controle inibitório, fica-se à mercê de impulsos e de velhos hábitos de pensamento ou de ação (respostas condicionadas). (DIAMOND, 2013)

O controle inibitório da atenção capacita o indivíduo a focar e observar aquilo que ele quer ou de que necessita, suprimindo, assim, a atenção a outros estímulos. (Ibidem)

Para compreender o conceito de atenção, imagine-se numa festa, cercado de música alta e de um grande número de pessoas, todas conversando ao mesmo tempo. Apesar de haver uma enorme quantidade de sons vindos de todas as direções, você consegue focar na conversa que está tendo e abstrair-se de todo o barulho em seu redor. De repente, você escuta seu nome e decide ouvir o que estão falando a seu respeito. Sem se virar, você passa a focar sua atenção

nesta outra conversa. O ato de selecionar simultâneas fontes de informação é conhecido como atenção. (BEAR *et al.*, 2007, p. 644)

Interações entre diferentes tipos de modalidades perceptivas também podem ocorrer. Se você está engajado em uma atividade que demanda atenção do seu campo visual, como ler um livro, por exemplo, você estará menos sensível aos sons do ambiente em que se encontra. (Ibidem)

Claramente, atenção tem a ver com o processamento preferencial de informação sensorial. Entre todas as informações que atingem nossos órgãos dos sentidos, somos capazes de selecionar aquelas que nos interessam e ignorar o restante. (Ibidem) Esse tipo de atenção é conhecido como atenção seletiva. (KANDEL, 2013, p. 387) Há também outros tipos de atenção, como a atenção dividida e a sustentada.

No aprendizado de um instrumento musical, devemos ser capazes de focar nossa atenção no fundamento que precisa ser aprimorado. Esta tarefa se torna mais difícil por tendermos a prestar atenção em fundamentos mais óbvios ou mais interessantes. Analogamente, um jogador de futebol, em um treino de cobrança de faltas, tenderá a prestar mais atenção no gol (que representa o objetivo imediato a ser alcançado) do que no ângulo de inclinação de sua perna de apoio, ou na região do pé que encosta na bola.

Experimentos de laboratório comprovaram que a atenção pode interferir no comportamento de uma pessoa, aumentando sua capacidade de reação a um estímulo específico. Mais ainda, a atenção pode diminuir o tempo de reação a um estímulo visual.

Em uma pesquisa realizada na Universidade de Oregon (POSNER *et al.*, 1980), foram estudados os efeitos do direcionamento da atenção visual para locais diferentes. (BEAR *et al.*, 2007) O observador, sentado diante de um monitor de computador, observava um ponto fixo projetado no centro da tela (Figura 01). Sua tarefa era detectar estímulos-alvo que surgiriam, um por vez, à direita ou à esquerda deste ponto central. A detecção destes alvos poderia ser facilitada pelo surgimento de uma seta. Assim, quando uma seta apontada para a direita aparecia no monitor, havia uma maior probabilidade do alvo surgir à direita do ponto central, apesar de que ele poderia surgir também à esquerda, porém com menor probabilidade. Quando a seta indicava para a direita e o alvo aparecia à esquerda, o índice de acerto era de

50%. Porém, quando o alvo aparecia no mesmo lado indicado pela seta, o índice de acerto subia para 80%. Era como se as setas (dicas) levassem o observador a deslocar sua atenção para o lado em que elas apontavam, apesar de os olhos manterem-se fixos no ponto central do monitor. (BEAR *et al.*, 2007)

Figura 01 – Medição do efeito da atenção na detecção visual

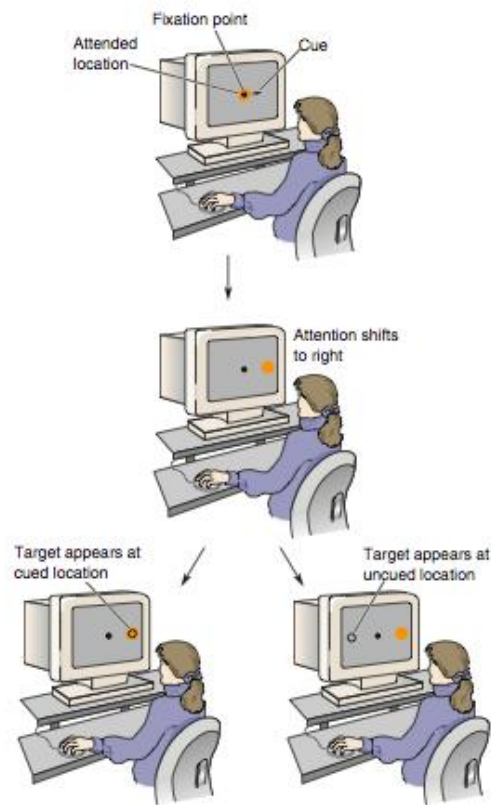


FIGURE 21.1

Measuring the effect of attention on visual detection. While an observer maintains steady fixation, a cue directs her to shift her attention to one side of the computer screen. In each trial, the observer indicates whether a circular target is seen on either side of the screen.

Fonte: BEAR *et al.*, 2017

Em uma segunda fase do experimento, os procedimentos eram os mesmos da primeira fase. Porém, pedia-se que o observador esperasse até perceber o estímulo em qualquer um dos lados e, então, pressionasse um botão. Os resultados desse experimento demonstraram que os tempos de reação de um observador eram influenciados pela direção que a seta (dica) indicava. Quando a seta indicava corretamente o lado em que o alvo ia aparecer (seta para a direita, alvo à direita), os tempos de reação eram de 20 a 30 milissegundos mais rápidos do que quando o alvo aparecia sem a dica. Ao contrário, quando a seta apontava para uma

direção e o alvo aparecia no lado oposto, os observadores levavam de 20 a 30 milissegundos a mais para reagir ao sinal e pressionar o botão. (BEAR *et al.*, 2007)

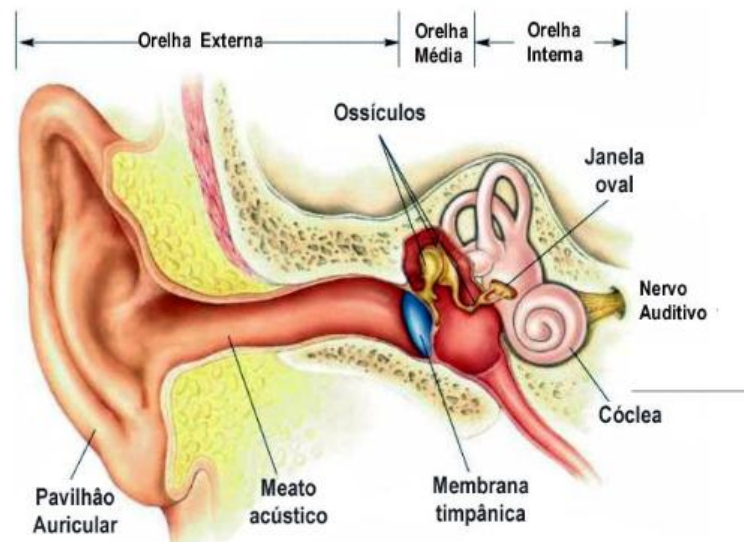
Concluiu-se, com base na análise dos dados relativos aos tempos de reação nas duas fases do experimento, que o deslocamento da atenção em função das dicas oferecidas pelo experimento era potencializado por estas, uma vez que o tempo de reação de um indivíduo a um determinado estímulo diminuía com o aumento da atenção, revelando a importância desta no processo de aprendizado por permitir que o indivíduo seja capaz de interferir com maior eficácia na sua ação e no seu comportamento. (Ibidem)

4 SISTEMA AUDITIVO

O ouvido é um órgão dotado de grande complexidade. Ele é, ao mesmo tempo, uma extraordinária peça de engenharia mecânica, hidráulica, elétrica e acústica.

Anatomicamente dividido em orelha externa, média e interna¹, o sistema auditivo humano é capaz de perceber sons entre as frequências de 20 Hertz e 20.000 Hertz. (LENT, 2010) (Figuras 2 e 3)

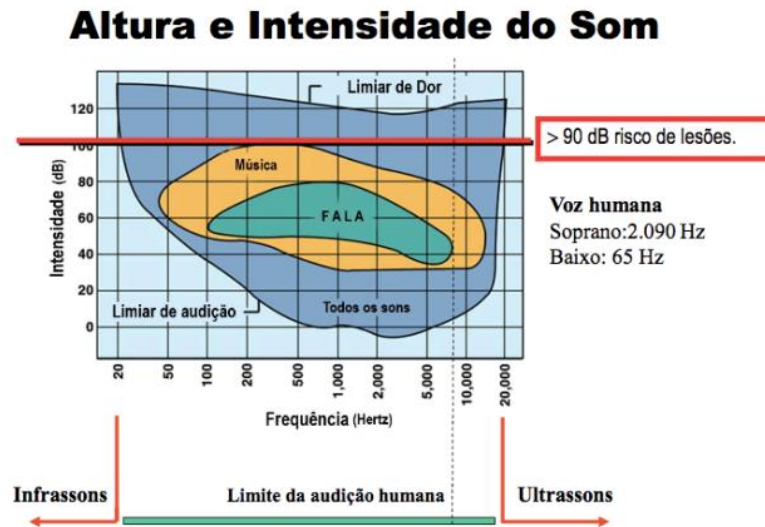
Figura 02 – Orelha externa, média e interna



Fonte: <http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Fisiologia/Neuro/aula17.audicao.pdf>

¹ Em 1997, na cidade de São Paulo, o Comitê da Federação Internacional das Associações de Anatomistas (IFAA) reuniu-se para elaborar novo documento de nomenclatura anatômica, em substituição à *Nomina Anatomica*, e aprovou a *Terminologia Anatomica*. A partir de então, a nomenclatura passou a ser orelha externa, média e interna, em substituição aos termos ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno.

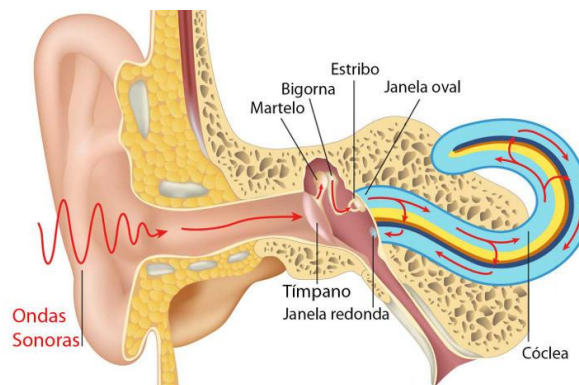
Figura 03 – Altura e intensidade do som



Fonte: <http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Fisiologia/Neuro/aula17.audicao.pdf>

Os sons são percebidos através de vibrações que se propagam no ar. A orelha humana funciona como um captador que amplifica a percepção das ondas sonoras. Essas ondas penetram o canal auditivo até encontrar a membrana timpânica, ou tímpano. O tímpano é uma membrana hipersensível que reage às vibrações que chegam do exterior. Ao vibrar, o tímpano desenvolve uma reação em cadeia, fazendo vibrar o martelo, a bigorna e o estribo, três dos menores ossos do corpo humano. O estribo, última peça dessa cadeia, age como um pistão, fazendo vibrar a janela oval (Figura 4), uma membrana que é a porta de entrada da cóclea.

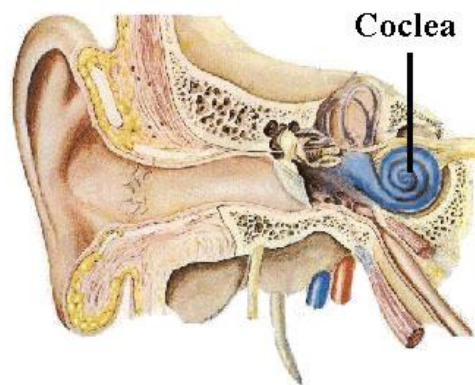
Figura 04 – Janela oval



Fonte: <http://www.audicaoactiva.pt/perda-auditiva/tipos-de-perda-de-audicao>

A partir daí, toda a vibração se dá em meio líquido, uma vez que o interior da cóclea (Figura 05) é preenchido por substâncias aquosas (endolinfa e perilinfa). E é exatamente por isso que se faz necessária toda aquela engenharia mecânica do tímpano e ossículos da orelha média. Se as ondas sonoras atingissem diretamente a janela oval, sua membrana vibraria muito pouco, devido à maior resistência do meio aquoso.

Figura 05 – A Cóclea

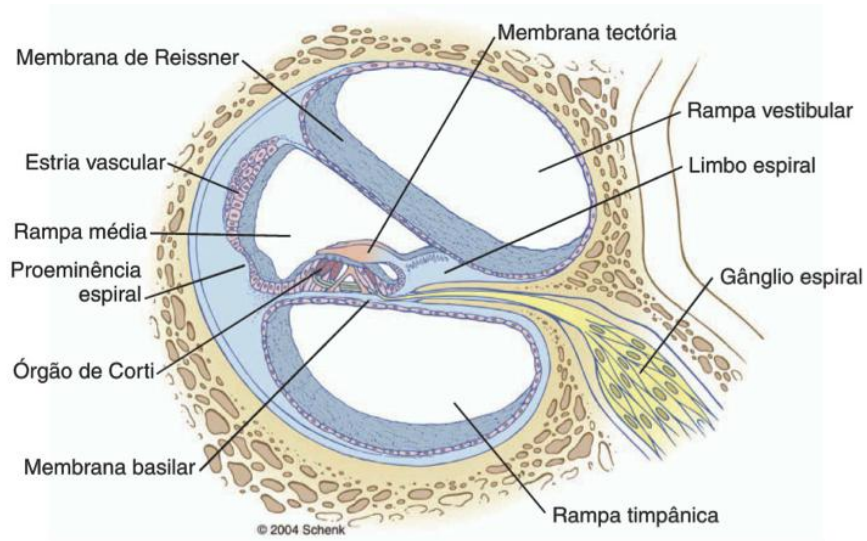


Fonte: <http://canaldoouvido.blogspot.com.br/2014/07/coclea.html>

Como a velocidade de transmissão do som em meio aquoso pode ser até quatro vezes menor do que através do ar, o tímpano e os ossículos da orelha média têm o papel de amplificar as vibrações que chegam do exterior, fazendo com que elas consigam vibrar a membrana da janela oval. Além disso, a fisiologia dos componentes da orelha média também não é por acaso. A membrana timpânica tem uma superfície muito maior que o contato do pé do estribo com a janela oval, o que faz com que a pressão sobre a janela oval seja muito maior do que a pressão na área do tímpano.

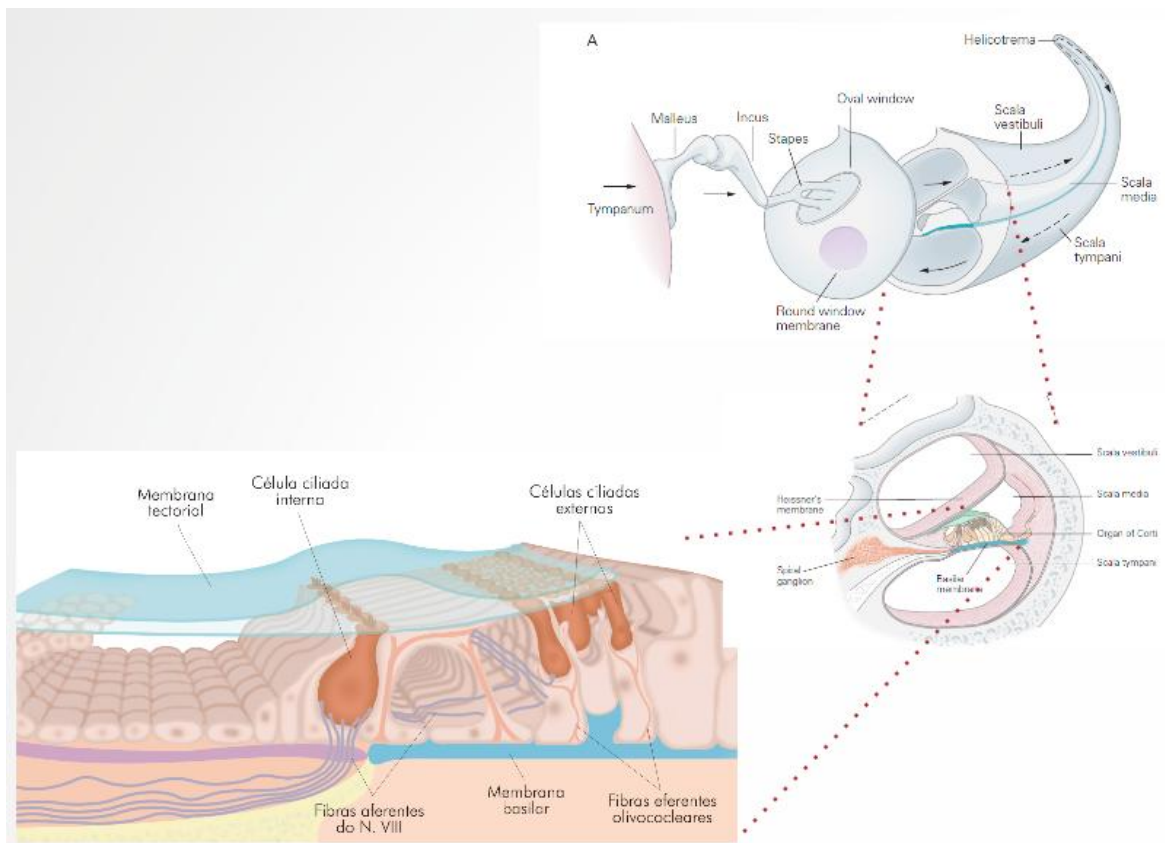
A cóclea é uma das provas inequívocas da perfeição e da criatividade da natureza. Ela é um tubo oco, enrolado em forma de espiral, e abriga duas estruturas importantes no processo de transdução audioneural (transformação das ondas sonoras em informação neural): a membrana basilar e o órgão de Corti, situado sobre e ao longo da membrana basilar (Figuras 6 e 7). A vibração que chega do mundo exterior e é transferida para a cóclea através da janela oval é, em seguida, transportada através de toda a extensão da cóclea, e registrada nas diversas regiões da membrana basilar.

Figura 06 – Membrana basilar e órgão de Corti



Fonte: HALL, 2011. P. 673

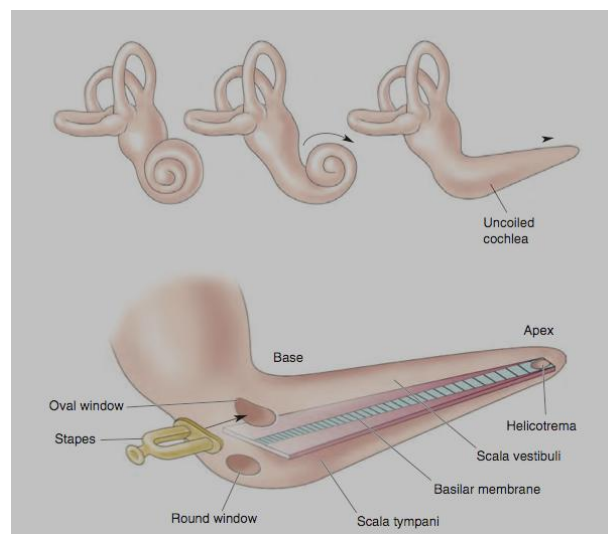
Figura 07 – Membrana basilar e órgão de Corti



Fonte: Aula – Sistema Auditivo. Prof. Dr. Flávio Mourão

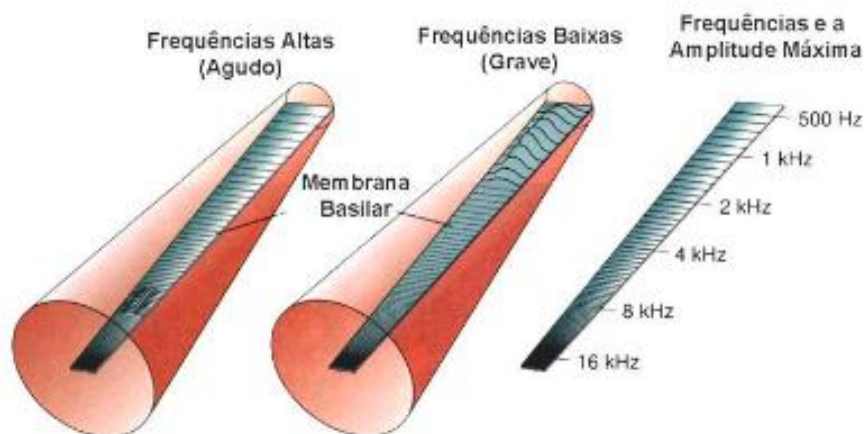
Cada região desta membrana registra uma frequência sonora diferente, sendo que os sons mais agudos (de maior frequência) são registrados no início da membrana (base), e os sons mais graves (de menor frequência) são registrados à medida que se caminha em direção ao final da membrana (ápice) (Figuras 8 e 9). Isso acontece porque a membrana basilar é mais fina no início e mais larga no final, assemelhando-se à disposição das cordas de um piano ou de uma harpa (Figura 10).

Figura 08 – Escala tonotópica da cóclea



Fonte: BEAR, 2007. P. 352(A figura teve seu brilho aumentado para melhor visualização)

Figura 09 – Escala tonotópica da cóclea

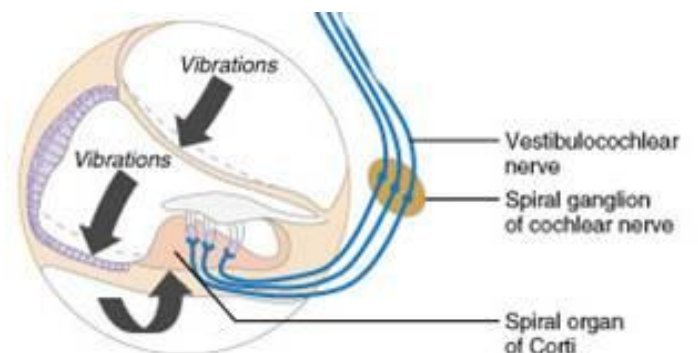


Fonte: <http://www.ibb.unesp.br/Home/Departamentos/Fisiologia/Neuro/aula17.audicao.pdf>

Figura 10 – Harpa

Fonte: <https://www.irishindeed.com/page.htm?pg=HARP>

Porém, de nada valeria toda essa complexa estrutura se ela não fosse capaz de codificar as informações sonoras em informações neurais. Afinal de contas, a moeda corrente do sistema nervoso é a eletricidade. E é aí que entra em ação o órgão de Corti (Figura 11), dotado de capilares capazes de captar o menos perceptível dos sons que penetram nosso ouvido. Esse fantástico tradutor transforma o som que inunda a cóclea de vibrações mecânicas em impulsos nervosos, de forma tão precisa que o ser humano é capaz de identificar toda a gama de frequência, intensidade e timbre que o aparelho auditivo consegue captar.

Figura 11 – Inervação do órgão de Corti

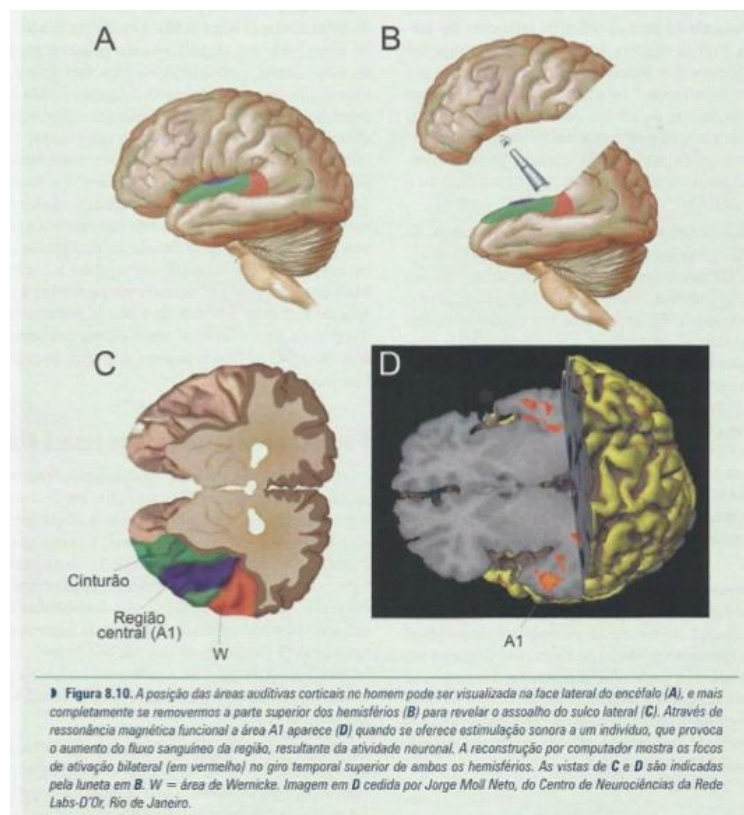
Fonte: <http://www.austincc.edu/apreview/PhysText/PNSafferentpt2.html>

Os impulsos nervosos são levados, então, às regiões corticais do cérebro, que vão interpretar as informações advindas do mundo externo.

De acordo com Lent (2010), o mecanismo de tradução da “linguagem do mundo” para a “linguagem do cérebro” consiste em duas etapas fundamentais: transdução e codificação. A transdução consiste na “absorção da energia do estímulo seguida da gênese de um potencial bioelétrico lento (o potencial receptor ou potencial gerador)”, enquanto que a codificação é a transformação do potencial receptor em potenciais de ação.

Através dos impulsos nervosos (ou potenciais de ação), a informação externa (som) é conduzida às regiões auditivas corticais, localizadas no lobo temporal², em ambos os hemisférios. Na Figura 12, pode-se ver, em destaque, a área auditiva primária, o cinturão e o paracinturão auditivos. Vale observar ainda a área de Wernicke (indicada por um W na letra C da Figura 12); apesar da área de Wernicke estar relacionada aos sons verbais (fala), relatos científicos recentes indicam que ela pode estar também relacionada aos sons musicais. (LENT, 2010)

Figura 12 – Áreas auditivas corticais

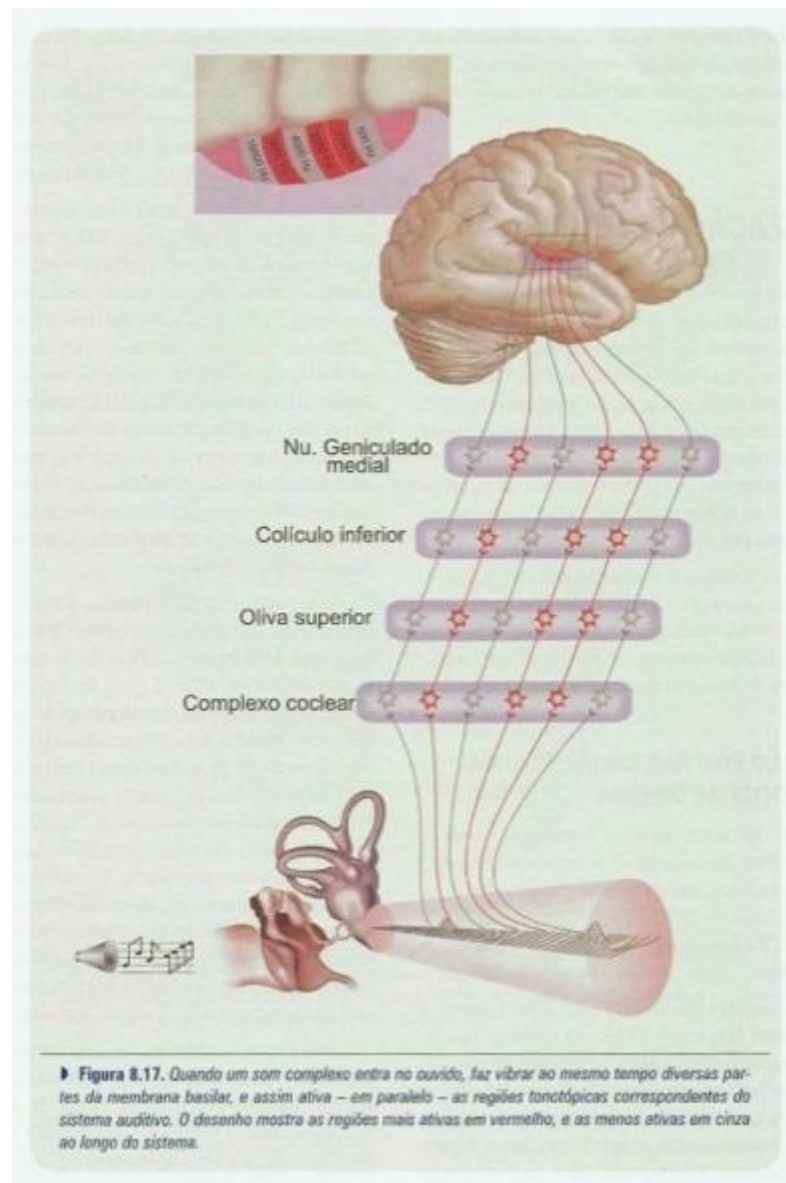


Fonte: LENT, 2010. p. 278

² Há quatro lobos no cérebro humano. Além do temporal, há ainda o occipital, o frontal e o parietal, todos eles divididos em dois hemisférios. O direito e o esquerdo.

Diferentemente da área visual cortical primária, por exemplo, cujo mapa topográfico é espacial (disposto em mais de uma dimensão), a área auditiva cortical primária está disposta em apenas um eixo do tecido cerebral (Figura 13), tal qual a organização tonotópica da membrana basilar. (Figura 9) (LENT, 2010, p. 293)

Figura 13 – Área auditiva cortical primária



Fonte: LENT, 2010. p. 289

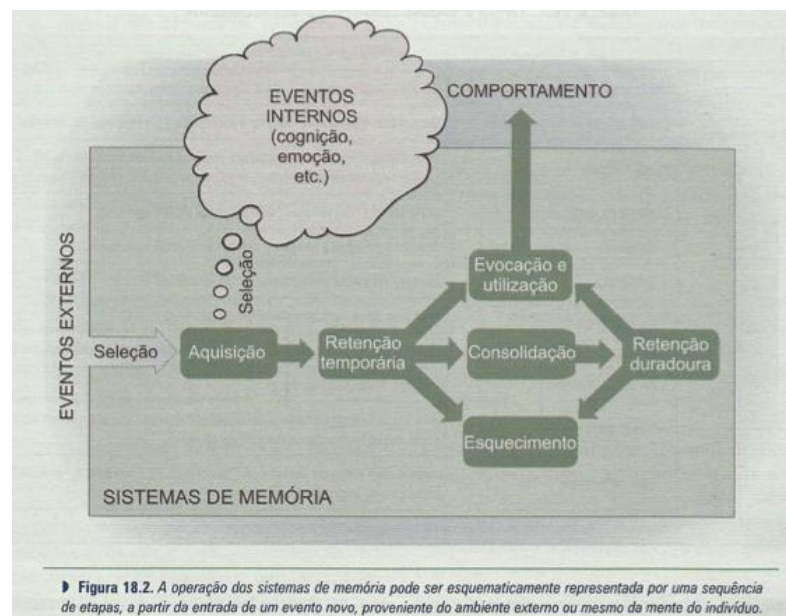
5 DEFINIÇÃO DE MEMÓRIA

A vida gera experiências que os seres humanos se regozijam em lembrar ou se esforçam para esquecer. Tais experiências formam o que se pode chamar de memória, que pode ser definida como o armazenamento e a evocação de informação adquirida através de experiências (IZQUIERDO, 1989, p.89) ou como a capacidade que o homem e os animais têm de armazenar informações que possam ser recuperadas e utilizadas posteriormente. (LENT, 2010, p. 644)

Antes de mais nada, é preciso destacar que “só lembramos aquilo que, de alguma maneira, [...] aprendemos. De fato, e sem medo de exagerar, podemos afirmar que nós somos literalmente aquilo que recordamos.” (CAMMAROTA *et al.*, 2008, p. 242)

O mecanismo de funcionamento da memória envolve três aspectos: aquisição, retenção (ou armazenamento) e evocação (ou utilização). (Figura 14)

Figura 14 – Sistemas de memória



Fonte: LENT, 2010

Tais aspectos podem ser assim explicados, conforme Lent:

Aquisição – “[...] consiste na entrada de um evento qualquer [um objeto, um pensamento, uma sequência de movimentos] nos sistemas neurais ligados à memória.” (LENT, 2010, p. 646).

Retenção – É o armazenamento das informações adquiridas, e “nem sempre é permanente”. Além disso, “a retenção é fortemente influenciada pela presença de elementos distratores”, ou seja, ela pode ser mais ou menos duradoura conforme a atenção que se dê ao evento adquirido. (LENT, 2010, p. 647)

Evocação – É a utilização da informação armazenada, aquilo que estabelecerá o comportamento de um indivíduo, e que determinará “em última instância, aquilo que denominamos ‘personalidade’”. (LENT, 2010, p. 647; CAMMAROTA *et al.*, 2008, p. 242)

Essa estrutura de funcionamento é acionada quando se quer saber o nome da capital da França, por exemplo. Primeiro é preciso adquirir esta informação, a qual poderá tanto ser utilizada imediatamente, armazenada para uso futuro, ou mesmo esquecida. Disso, decorre que todas as ações humanas estão vinculadas à memória, desde a ação motora de andar, o preparo de uma receita culinária, ou mesmo o aprendizado de um instrumento musical.

A abordagem sobre o tema da memória constitui uma operação complexa, dada a multiplicidade de aspectos envolvidos nesse fenômeno, como experiências individuais e coletivas, e aspectos tanto concretos quanto abstratos. Do ponto de vista biológico, “as memórias são codificadas por neurônios, armazenadas em redes neurais e evocadas por essas mesmas redes ou por outras”, mas é preciso considerar também que elas “são moduladas pelas emoções, pelo nível de consciência e pelos estados de humor”. (CAMMAROTA *et al.*, 2008, p. 243)

Para facilitar a compreensão do assunto, os especialistas em memória classificam-na em categorias segundo seu **conteúdo** (CAMMAROTA *et al.*, 2008, p. 242), sua **função** (memória de trabalho e outras) e sua **duração** (curta e longa).

Este trabalho ater-se-á à divisão da memória segundo o seu conteúdo. De acordo com este parâmetro, a memória pode ser classificada como **explícita** (também chamada de declarativa) e **implícita** (também chamada de não-declarativa, procedimental ou procedural). (CAMMAROTA *et al.*, 2008, p. 245-246; KANDEL, 2013, p. 1446)

5.1 MEMÓRIA EXPLÍCITA

No decorrer da vida, as pessoas aprendem muitos fatos (que a capital da Bahia é Salvador, que o verde e o amarelo representam as cores da bandeira brasileira, etc.) e também vivenciam eventos (almoçar em um determinado restaurante, assistir à final de uma Copa do Mundo, etc.). (adaptado de BEAR *et al.*, 2007, p. 726) Tais acontecimentos são armazenados na memória e podem ser categorizados como sendo de natureza **semântica** (aqueles relacionados aos fatos aprendidos) ou **episódica** (relativos aos eventos vivenciados).

Tanto a memória semântica quanto a episódica são tipos de memória explícita, ou declarativa, e se definem de tal forma pela evocação deliberada e consciente das experiências prévias. (KANDEL, 2013, p. 1446)

5.2 MEMÓRIA IMPLÍCITA

Ao contrário das memórias explícitas, as memórias implícitas não permitem acesso de forma consciente, ou seja, “não precisam ser descritas com palavras para serem evocadas.” (LENT, 2010, p. 644) Dessa forma, pode-se lembrar e descrever um passeio de bicicleta (memória explícita episódica), mas a habilidade de andar de bicicleta ou equilibrar-se em cima dela é um processo automático que se manifesta com pouco ou nenhum processamento consciente. (KANDEL, 2013, p. 1446)

A memória implícita, também conhecida como memória procedural (de procedimentos, habilidades, hábitos e comportamentos) se categoriza em: aprendizado associativo (aquele que se dá através da relação entre dois estímulos, por exemplo), aprendizado não-associativo (aquele que se dá através de um estímulo único) e uma categoria chamada *priming*. (KANDEL, 2013, p. 1447-1454)

5.2.1 AS CATEGORIAS DA MEMÓRIA IMPLÍCITA

5.2.1.1 APRENDIZADO ASSOCIATIVO

O aprendizado associativo inclui o condicionamento clássico, cujo precursor é o fisiologista russo Ivan Pavlov (1849-1936), e o condicionamento operante, descrito pela primeira vez pelo psicólogo norte-americano Edward Thorndike (1874-1949), e bastante estudado pelo também psicólogo norte-americano B. F. Skinner (1904-1990).

O **condicionamento clássico** constitui-se do pareamento de dois estímulos, e seu objetivo é associar um estímulo que produz uma resposta forte (salivação diante de um pedaço de carne, por exemplo) com um estímulo indiferente à resposta de salivação (o som de uma campainha). Nas experiências de Pavlov, realizadas com cães, uma campainha soava alguns segundos antes da apresentação do pedaço de carne, e após várias apresentações dos dois estímulos pareados, os cães passavam a salivar quando escutavam o som da campainha apenas. Estabeleceu-se um aprendizado por associação, uma vez que os cães associavam a campainha à presença da carne. (BEAR *et al.*, 2007, p. 763-764; KANDEL, 2013, p. 1455)

O **condicionamento operante** caracteriza-se “pela associação entre um estímulo e uma determinada resposta comportamental”. (LENT, 2010, p. 651) Em um típico experimento de laboratório, um camundongo é colocado numa caixa preparada com alavancas, luzes e botões. Ao realizar uma determinada tarefa, o animal recebe uma recompensa (comida) ou punição (pequeno choque elétrico). (KANDEL, 2013, p. 1456) A utilização deste procedimento é fundamental para o estudo do comportamento humano, como revela Lent:

O estudo experimental dos tipos de aprendizagem, [...] tem sido especialmente útil para o estudo das bases neurobiológicas da memória. Isso porque possibilitou a elaboração de diversos experimentos engenhosos com animais [...], o registro da atividade elétrica neuronal e até mesmo o emprego de técnicas bioquímicas e moleculares. [...] Além disso, essas mesmas técnicas de condicionamento operante associadas ao registro da atividade neuronal são empregadas em diversos experimentos com animais, quando se deseja conhecer os mecanismos neurobiológicos da percepção, da atenção, emoção e várias outras funções neurais. (LENT, 2010, p. 651-652)

5.2.1.2 APRENDIZADO NÃO-ASSOCIATIVO

Enquanto no aprendizado associativo a alteração de comportamento ocorre pela associação de dois estímulos, no aprendizado não-associativo, um único estímulo é capaz de promover a alteração do comportamento. Há dois tipos de aprendizado não-associativo: habituação e sensibilização.

Habituação – Este fenômeno representa “uma diminuição na tendência a responder a estímulos, decorrente da exposição repetida” (MOYES; SCHULTE, 2010, p. 338) e pode ser ilustrado através do experimento da aplísia, no qual um leve toque no sifão do animal (um molusco encontrado nas águas da Califórnia) é suficiente para que ele retraia sua brânquia. Mas, a cada vez que o toque é repetido, a resposta de retração é diminuída, comprovando que a repetição gera uma habituação. (BEAR *et al.*, 2007; LENT, 2010; KANDEL, 2013; MOYES; SCHULTE, 2010) É o mesmo fenômeno que faz com que as pessoas, em uma sala ou escritório, deixem de ficar incomodadas com o barulho produzido por um aparelho de ar condicionado, após algum tempo de exposição ao ruído.

“A habituação é uma importante propriedade dos sistemas nervosos, pois permite que os animais ignorem estímulos rotineiros que não sejam importantes e prestem mais atenção aos estímulos novos, potencialmente perigosos.” (MOYES; SCHULTE, 2010, p. 338)

Sensibilização – É um tipo de aprendizado não-associativo que acarreta o aumento da resposta a um estímulo, como esclarece Moyes:

Ao contrário da habituação, a sensibilização é um aumento da resposta a um estímulo inócuo após exposição a um estímulo forte. Por exemplo, imagine que esteja sozinho em sua casa no meio da noite. De repente, você escuta um ruído alto que vem do porão. No momento seguinte, você estará extremamente atento a todos os sons ao seu redor, ou seja, você estará sensível ao seu ambiente. O fenômeno de sensibilização pode ser demonstrado na *Aplysia* (sic) com a aplicação de um choque elétrico em sua cauda. Se você tocar gentilmente o sifão após esse choque elétrico, o reflexo de retração da brânquia será muito mais intenso e duradouro do que em um animal não sensibilizado. (MOYES; SCHULTE, 2010, p. 339)

5.2.1.3 PRIMING

Priming é qualquer informação que dê uma pista daquilo que se quer lembrar. Em um determinado experimento, pessoas com amnésia e pessoas normais tiveram suas memórias testadas. Num primeiro teste, uma lista de palavras comuns foi apresentada aos participantes de ambos os grupos, durante um certo período de tempo. Em seguida, os participantes foram convidados a lembrar aquelas palavras. As pessoas normais tiveram um bom desempenho, enquanto que aquelas com amnésia não se saíram bem. Numa segunda etapa do teste, entretanto, as pessoas com amnésia tiveram uma performance equivalente à das pessoas normais, pois foram apresentadas a todos os participantes as três primeiras letras das palavras contidas na lista. A partir desta informação, as pessoas com amnésia conseguiram gerar o mesmo número de palavras que as pessoas normais. (KANDEL, 2013, p. 1445)

6 A RELAÇÃO ENTRE MÚSICA, MEMÓRIA E APRENDIZADO

6.1 MEMÓRIA E APRENDIZADO

No capítulo anterior, viu-se que memória é o processo pelo qual adquirimos, retemos e utilizamos informações. (CAMMAROTA *et al.*, 2008) De acordo com alguns teóricos, o aprendizado é a primeira parte deste processo. Para Izquierdo (1989, p.89), “a aquisição de memórias denomina-se aprendizado.” Bear (2007, p. 726) também afirma que aprendizado é a aquisição de novas informações e conhecimentos, enquanto que memória é a retenção das informações aprendidas. Dessa maneira, não é difícil perceber que memória e aprendizado estão fortemente conectados.

Entretanto, é possível aprender mesmo com as faculdades da memória comprometidas por uma lesão, pois não há, no cérebro, um centro único da memória, assim como “não encontramos um centro único da linguagem.” (LEVITIN, 2006, p. 87)

Lesões em diferentes regiões do cérebro afetam diferentes informações codificadas, o que prova que há diferentes sistemas de memória. (BEAR *et al.*, 2007, p. 726) O caso do paciente H. M., famoso na literatura médica, demonstra bem isso.

Após submeter-se a uma cirurgia para a remoção de uma grande área do hipocampo, no lobo temporal medial, o paciente H. M. sofreu uma amnésia retrógrada parcial, ficando incapacitado de lembrar-se de fatos imediatamente anteriores à cirurgia, mas preservando a capacidade de lembrar situações de sua infância. Mais que isso, H. M. sofreu uma amnésia anterógrada total, o que o tornou incapaz de formar novas memórias, e, portanto, incapaz de novos aprendizados.

Apesar disso, o que se viu, após anos de estudo com este paciente, foi que, apesar de sua incapacidade de formar novas memórias declarativas, ele era capaz de aprender novas tarefas (memória procedural), melhorando sua performance após várias tentativas em testes como o do desenho da estrela³. Isso reforçou a hipótese de que a memória explícita e a memória

³ Teste em que o paciente desenvolve sua capacidade psicomotora através da realização repetida de um desenho específico.

implícita utilizam circuitos diferentes. Como uma pessoa incapaz de se lembrar o nome de médicos e enfermeiros que o acompanhavam diariamente conseguia sucesso na performance de determinados testes psicomotores? Seus pesquisadores acabaram por descobrir que o tipo de memória associada à parte lesionada de seu cérebro era a memória declarativa, responsável pela lembrança de fatos, nomes e eventos, e que sua memória de habilidades e procedimentos estava preservada por estar localizada principalmente no estriado, uma região dos núcleos da base (ou gânglios da base) composta pelo *putamen* e pelo núcleo caudado, não afetados durante a cirurgia de H. M. Vários estudos em modelo animal sugerem que o estriado é fundamental para a memória de procedimentos. (BEAR *et al.*, 2007, p.751)

6.2 MÚSICA, ATENÇÃO E APRENDIZADO MUSICAL

No início de seu livro *Principles of Violin Playing and Teaching*, Galamian (1962, p. 2) manifesta três deficiências do sistema de ensino do violino em sua época, a saber:

- 1- O uso de regras rígidas;
- 2- A falha em reconhecer a interdependência dos aspectos técnicos;
- 3- A ênfase unilateral nos aspectos físicos e mecânicos da técnica do violino.

O terceiro item merece ser evidenciado, pois, segundo a concepção do autor, o mais importante no domínio da técnica violinística não são os movimentos físicos em si, mas o controle mental sobre estes movimentos, ou seja, a habilidade de formar a sequência “comando mental - resposta física” tão rápida e precisamente quanto possível. (GALAMIAN, 1962, p. 2)

Para que esta sequência seja bem estabelecida, é necessário atenção, como sugere Kandel:

“Skill learning moves from a cognitive stage, where knowledge is represented explicitly and the learner must pay a great deal of attention to performance, to an autonomous stage, where the skill can be executed without much conscious attention.”⁴ (KANDEL, 2013, p. 1453)

⁴“O aprendizado de uma tarefa parte de um estágio cognitivo, no qual as regras são claras, e o aprendiz se empenha em prestar bastante atenção à performance daquela tarefa – até atingir um estágio automático, no qual a tarefa pode ser executada sem muita consciência.” (Tradução nossa)

Esta afirmação de Kandel incentiva e fortalece teorias que promovem a atenção como fator fundamental para o aprendizado, como a desenvolvida por Noel Burch para o Gordon Training International. Segundo Burch, há quatro estágios de aprendizado:

- 1- **Incompetência inconsciente**, que representa o desconhecimento da ignorância: “Não sei que não sei”;
- 2- **Incompetência consciente**, ou o reconhecimento da ignorância: “Sei que não sei”;
- 3- **Competência consciente**, ou a aquisição do conhecimento: “Sei fazer, mas ainda preciso de instrução”;
- 4- **Competência inconsciente**, ou o domínio do conhecimento: “Faço bem e de forma automática”.

Em um estudo citado no artigo de Simons e Chabris (1999, p. 1060), voluntários têm a tarefa de prestar a atenção em apenas um determinado aspecto de uma cena dinâmica, composta de vários elementos distratores. Em um dado momento, os pesquisadores mudam um ou vários desses elementos distratores, e, apesar da mudança ser bastante perceptível a observadores não engajados na tarefa, a maioria dos voluntários não é capaz de percebê-la. (BECKELEN; CERVONE, 1983; LITTMAN; BECKLEN, 1976; NEISSE, 1979; ROONEY *et al.*, 1981; STOFFREGEN; BECKLEN, 1989, apud SIMONS; CHABRIS, 1999)

No mesmo artigo (SIMONS; CHABRIS, 1999, p. 1060), pesquisadores abordam pessoas na rua e pedem uma informação qualquer. Enquanto a pessoa se incumbe em dar a resposta, outros dois participantes da pesquisa passam entre o pesquisador e a pessoa, carregando uma porta. Intencionalmente, e aproveitando a temporária falta de visão da pessoa entrevistada, o pesquisador dá lugar a um outro pesquisador, e, frequentemente, as pessoas não percebem a mudança, por estarem extremamente focadas na tarefa de responder à informação solicitada. (SIMONS; LEVIN, 1988, apud SIMONS; CHABRIS, 1999)

Além da dificuldade de percepção originada naturalmente ou pela falta de concentração, ainda sofremos a ação de automatismos diversos. Daniel Levitin (2006, p. 101) argumenta que o sistema auditivo tem sua própria versão de completude perceptiva, conforme demonstrado pelo psicólogo cognitivo Richard Warren. Em um determinado experimento, foi pedido a voluntários que ouvissem, através de fones de ouvido, uma determinada frase falada. Em

certo momento da frase, entretanto, havia um ruído que criava uma pequena lacuna, suficiente para impedir a audição de parte da frase. Muito embora a maioria das pessoas dissesse ter ouvido o ruído, isso não as impediu de compreender a frase. O sistema auditivo havia preenchido a informação ausente, de maneira que a frase parecia ininterrupta. Segundo Levitin, trata-se de uma distorção sensorial. De maneira análoga, essa distorção pode influenciar o estudante de violino nas situações de falta de concentração, em que é comum deixar a mente vagar ao mesmo tempo em que o estudo continua sendo feito. Esse processo pode tornar o estudo improdutivo, pois, nesse caso, a lacuna pode ser preenchida com informação “falsa”.

De acordo com Ivan Izquierdo, “uma memória recente é muito mais suscetível [...] ao efeito amnésico de um traumatismo craniano que uma memória antiga [...]. Isto indica que existe um processo de *consolidação* depois da aquisição [...], pelo qual as memórias passam de um estado lábil a um estado estável.” (IZQUIERDO, 1989, p. 94) Ainda segundo este autor, “uma memória bem-consolidada é difícil de extinguir [...]; uma memória malconsolidada se extingue ou se esquece facilmente.” (Ibidem, p.97)

De acordo com essas afirmações, pode-se inferir que o estudo mal feito, ou o estudo no qual os processos cognitivos e as funções executivas (atenção, concentração, capacidade de solução de problemas, tomada de decisão e planejamento estratégico) não estão presentes é potencialmente perigoso, pois corre-se o risco de consolidar o erro. Uma vez consolidado o erro, torna-se difícil repará-lo.

A importância desses achados soma-se às considerações de Ivan Galamian sobre talento musical. Galamian, um professor com décadas de experiência no ensino do violino e inúmeros alunos bem sucedidos, afirma que o talento ajuda, mas não substitui o estudo diligente. E vai além, dizendo que mesmo este será de pouca valia se não produzir resultados, “[...] *for there are both good practicing and bad practicing, and unfortunately the bad is far more common than the good.*”⁵ (GALAMIAN, 1962, p. 93)

⁵ “[...] pois existe o estudo bem feito e o estudo mal feito. E, infelizmente, o mal feito é o mais comum.”
(Tradução nossa)

6.3 O APRENDIZADO DA MÚSICA

A afirmação de Galamian (parágrafo acima) se justifica pela observação de que, de um modo geral, na tradição do ensino da música, o foco do aprendizado tem sido direcionado para o resultado. Provas de final de semestre e recitais de formatura têm um peso tão grande, que, frequentemente, o estudante se vê num roteiro de estudo quase que automático, em que seu sistema motor tem poucas informações de seu sistema sensorial e as funções executivas de seu cérebro são relegadas a segundo plano. (KANDEL, 2013, p. 33)

Exercícios para o desenvolvimento do automatismo não devem ser feitos de forma automática, conforme argumenta o violinista e pedagogo Paulo Bosísio⁶. Sem a devida compreensão do objetivo do estudo, o estudante fica à mercê de sua memória muscular. E apesar das evidências em favor da memória muscular, há também argumentos contrários a ela.

Um estudo conduzido por Daniel Levitin, em 1994, provou que a memória muscular (auditiva) é realmente efetiva. Ele ouviu voluntários sem conhecimento musical cantarem, espontaneamente, suas músicas favoritas. A maioria deles cantou no tom ou muito próximo do tom original. Levitin explica que algumas músicas folclóricas ou festivas, como, por exemplo, “Parabéns pra você”, não têm uma tonalidade específica; cada vez que se canta, acompanha-se a tonalidade de quem tomou a iniciativa de iniciar a “performance”. Entretanto, dá-se o contrário com certas canções comerciais. Provavelmente, já ouvimos a música Billie Jean, de Michael Jackson ser executada inúmeras vezes, mas todas na mesma tonalidade. O resultado da pesquisa de Levitin prova que, depois de ouvir uma mesma canção várias vezes, sua tonalidade fica codificada na memória. (LEVITIN, 1994, p. 153)

O papel da memória muscular é exaltado também em um estudo de Andrea Halpern, em que pessoas sem conhecimentos musicais tinham a tarefa de cantar melodias conhecidas, como “Frère Jacques”, em duas ocasiões diferentes. Os resultados apontaram que uma mesma pessoa tende a cantar uma mesma melodia na mesma tonalidade (na mesma altura, ou, na mesma frequência), mesmo em ocasiões diferentes. (HALPERN, 1989)

⁶ Prof. Paulo Bosísio. Comunicação pessoal, 2011 (Juiz de Fora).

Em contrapartida, um estudo de Ward e Burns, da Universidade de Washington, afirma que nem sempre se pode confiar na memória muscular e é por isso que precisamos ter outros tipos de memória desenvolvidos.

No estudo de Ward e Burns, um grupo de cantores com treinamento musical e dotados de ouvido absoluto foi recrutado para fazer a leitura de uma música desconhecida, com a expectativa de que eles realizassem com sucesso a leitura da peça. Entretanto, eles teriam que realizar a tarefa usando um fone de ouvido, que produziria um ruído tão intenso que os impediria de ouvir sua própria voz, obrigando-os a se valer tão somente da memória muscular – uma vez que tinham ouvido absoluto. A surpreendente descoberta foi que sua memória muscular não funcionava tão bem, e os cantores não conseguiram cantar com a afinação que lhes era peculiar. (WARD, 1999)

Os resultados do estudo de Ward e Burns fortalecem a importância da atenção e da audição consciente (aquela em que as funções executivas do cérebro estão ativas) para um aprendizado seguro. Essa tarefa torna-se ainda mais difícil pelo fato de haver projeções diretas do ouvido interno para o cerebelo. (LEVITIN, 2006, p. 184) Nosso sistema perceptivo está extraordinariamente bem preparado para detectar mudanças no ambiente, pois essas mudanças podem representar um perigo iminente. (Ibidem, p. 185) Dessa forma, o sistema auditivo possui um sistema suplementar que, ao invés de enviar informações para o córtex auditivo, envia-as diretamente para o cerebelo, o que garante nossa capacidade de reagir rapidamente a sons que indicam possível perigo. (Ibidem, p. 185-186)

Em conversa com Francis Crick, ganhador do prêmio Nobel de 1962 pela descoberta da estrutura molecular do DNA, Daniel Levitin recorda-se das últimas palavras do biólogo: “Preste atenção nas conexões!”, como que o aconselhando a estudar as conexões entre as diversas estruturas do cérebro. (Ibidem, p. 188)

A história da música em nosso cérebro é a história de uma requintada orquestração de regiões cerebrais que envolvem, ao mesmo tempo, as partes mais novas e as mais antigas do cérebro humano, assim como regiões tão distantes quanto o cerebelo (na parte posterior da cabeça) e o lobo frontal (na parte anterior, logo atrás dos olhos). Esta história põe em ação uma precisa coreografia de liberação e absorção de

neurotransmissores entre sistemas de previsão lógica e sistemas de gratificação emocional.⁷ (LEVITIN, 2006, p. 192)

De acordo com Levitin, trabalhos de Paula Tallal e também de Richard Ivry (IVRY; HAZELTINE, 1995) confirmam as conexões entre o lobo frontal, o córtex occipital (a faixa motora) e o cerebelo. (LEVITIN, 2006, p. 189)

O princípio da redundância também reforça essa ideia. A redundância e a distribuição de funções são princípios cruciais da neuroanatomia, e também de outras áreas do conhecimento. (LEVITIN, 2006, p. 184) Após uma lesão cerebral, para que o corpo mantenha sua funcionalidade, é fundamental que a parte do cérebro afetada não comprometa todo o sistema.

Tendo isso em vista, a natureza desenvolveu trilhas adicionais e/ou suplementares. (Ibidem, p. 185) É assim que acontece, por exemplo, a angiogênese (nascimento de novos vasos sanguíneos) em um cérebro que acabou de sofrer uma isquemia – interrupção da passagem do sangue por obstrução do vaso, ou uma hemorragia – interrupção da passagem do sangue por rompimento do vaso. Ciente da importância da irrigação sanguínea numa área em que o sangue parou de chegar, o corpo cria novos acessos.⁸

Outro reforço para a ideia de conexão entre diferentes estruturas cerebrais está relatado no artigo intitulado “Aprendendo a memorizar” (LAFOSSE, 1995), que sugere que a aquisição e o armazenamento de informação através de diversas fontes, e não apenas uma, fortalece o processo de evocação da memória (Cf. capítulo 5).

O violinista e pedagogo Leopold LaFosse argumenta que o processo de tocar de cor pode ser fonte de frustração para muitos músicos. Um lapso de memória durante uma performance pública pode surpreender um artista que tocou com confiança, e por diversas vezes, no conforto do seu lar. (LAFOSSE, 1995) LaFosse alega que o esquecimento na hora da performance se dá devido a uma preparação pobre ou incompleta do material estudado. Em outras palavras, a evocação do conteúdo armazenado não se dá de maneira satisfatória.

⁷ Tradução nossa.

⁸ Profa. Andrea Frozino. Comunicação pessoal, 2015 (ICB-UFMG).

LaFosse justifica que muitas pessoas se apoiam em apenas uma estratégia de memorização, um tipo de “reflexo automático” resultante da associação entre o que vêem na partitura⁹ e seus dedos. Para LaFosse, esta associação pode ser insuficiente para uma boa recordação do que se estudou. Um ruído inesperado na plateia pode interromper o processo automático e levar o músico a perder a concentração. (adaptado de LAFOSSE, 1995)

Para que o músico tenha completa confiança ao tocar de cor uma peça estudada, LaFosse sugere a utilização de várias outras estratégias, a saber, a análise da peça estudada, a utilização da memória fotográfica, a audição intensa da peça estudada e a visualização.

- A análise, que pode ser estrutural, harmônica, fraseológica, fenomenológica, ou de qualquer outro tipo, ativa o córtex pré-frontal.
- A memória fotográfica, responsável pela lembrança visual de determinadas passagens ou determinadas estruturas, ativa o córtex visual.
- A audição da peça, fundamental para o músico que não sabe ler música, por exemplo, ativa o córtex auditivo.
- A visualização, ou ensaio mental, ativa o córtex pré-motor.

Todas essas fontes de informação, somadas à inicial (associação partitura-dedos, que ativa o córtex somato-sensorial), contribuirão para a ativação de uma maior área do córtex cerebral, o que garantirá uma maior segurança ao se evocar a peça memorizada. A hipótese de LaFosse é a de que as várias estratégias de memorização se reforçarão umas às outras. Se uma delas falhar, as outras irão compensar a que falhou, de acordo com o princípio da redundância.

Estudos com camundongos em labirintos também atestam o princípio da redundância. Nesses estudos, o camundongo se orienta por um labirinto utilizando os sentidos da visão, do olfato e do tato. Após uma lesão em um desses sentidos, ainda assim ele consegue se orientar através dos sentidos remanescentes. (BEAR *et al.*, 2007, p. 733)

⁹ Termo genérico que se refere a qualquer parte musical. Foi utilizado o termo “partitura” por ser de conhecimento mais amplo.

Essa hipótese é corroborada pelo psicólogo canadense Donald Hebb, que cunhou a famosa frase: “*Neurons that fire together wire together.*”¹⁰ Hebb asseverava que os neurônios constituintes de um engrama tornavam-se tão fortes após sua ativação frequente, que uma ativação parcial era suficiente para ativar todo o engrama.

O processo de ativação frequente de um determinado grupo de neurônios pode ser reforçado pela utilização da prática mental, uma vez que, recentemente, pesquisas têm comprovado a eficácia desta prática em associação com o estudo físico. (PALMER, 2006, p. 43)

Prática mental pode ser definida como o ensaio mental de uma tarefa específica na ausência do movimento físico. (COFFMAN, 1990; DRISKELL *et al.*, 1994 apud PALMER, 2006, p. 43) A medição dos efeitos da prática mental inclui melhora da precisão e/ou do tempo para completar uma tarefa, quando comparada a um grupo controle. (PALMER, 2006, p. 43-44) Uma meta-análise dos efeitos da prática mental indica dois achados consistentes. (PALMER, 2006, p. 44) O primeiro assegura que o estudo normal (físico) é mais eficiente do que a prática mental feita isoladamente, que, por sua vez, é mais eficiente que estudo nenhum. (COFFMAN, 1990 apud PALMER, 2006, p.44) O segundo assegura que o estudo normal combinado com a prática mental é mais eficiente que o estudo normal apenas. (RUBIN-RABSON, 1937; ROSS, 1985 apud PALMER, 2006, p.44) Esses achados sugerem que a eficiência do estudo se deve a dois componentes: um físico (motor) e outro mental (perceptivo).

Tarefas com alta exigência cognitiva e que exigem o uso da memória e da atenção (como, por exemplo, o aprendizado de labirinto) se beneficiam mais da prática mental do que tarefas com alta exigência motora, coordenação, resistência e força, (como, por exemplo, atirar dardos) (PALMER, 2006, p. 44) muito embora os efeitos da prática mental também sejam observados em tarefas com alta exigência motora, como, por exemplo, um pequeno ganho de inervação dos músculos utilizados na realização da tarefa. (JACOBSON, 1930 e SHAW, 1938 apud PALMER, 2006, p. 44)

Vários outros estudos corroboram a eficácia da prática mental. Um estudo de 1990 mostrou que a prática mental em pianistas melhorou sua performance, quando comparada à falta de

¹⁰ “Neurônios que disparam ao mesmo tempo se conectam melhor.” (Tradução nossa)

estudo. (COFFMAN, 1990 apud PALMER, 2006, p. 44) Em outro estudo, a prática mental associada a uma fonte sonora mostrou vantagens sobre a prática mental realizada isoladamente. (LIM e LIPPMAN, 1991; THEILER e LIPPMAN, 1995 apud PALMER, 2006, p. 44) Um estudo de 1937 mostrou que a análise da partitura antes do estudo de peças desconhecidas geralmente ajudava no processo de memorização. (RUBIN-RABSON, 1937, apud PALMER, 2006, p. 44)

A prática mental pode ajudar o músico no aprendizado de peças desconhecidas por facilitar a criação de uma imagem sonora e/ou motora. (PALMER, 2006, p. 44) Essa imagem pode ser formada também pela audição de uma peça antes de seu aprendizado. (ROSENTHAL, 1984; ROSENTHAL *et al.*, 1988, apud PALMER, 2006, p. 44-45) Em seu artigo “Auditory feedback and memory for music performance”, Steven Finney e Caroline Palmer concluíram que o *feedback* sonoro durante o aprendizado melhorou significativamente a evocação do material aprendido. (FINNEY; PALMER, 2003, p. 51)

Pesquisadores em aprendizado e memória têm relatado, com frequência, que materiais verbais são mais bem assimilados se gerados pelo sujeito ao invés de meramente percebidos pelo sujeito (SLAMECKA; GRAF, 1978, apud FINNEY; PALMER, 2003, p. 51) e movimentos gerados ativamente são lembrados com maior precisão do que movimentos gerados passivamente. (HALL; LEAVITT, 1977; MARTENIUK, 1973; ROY, 1978, apud FINNEY; PALMER, 2003, p. 51)

Todos esses achados sugerem a importância da atenção seletiva e da consciência no aprendizado de um instrumento musical.

7 CONCLUSÃO

O violino é um instrumento musical cujo aprendizado requer intensa dedicação e muitas horas diárias de estudo. A evolução do aprendiz e a obtenção de um nível de desempenho satisfatório demanda um plano de estudo bem realizado, ancorado em um bom processo de gerenciamento do tempo com vistas ao aperfeiçoamento das operações mentais e mecânicas envolvidas na prática violinística.

Com a ajuda de um bom professor, o aspirante a violinista desenvolverá seu potencial ao máximo, aprendendo a empregar suas habilidades mentais para coordenar as atividades de estudo praticadas, sem desgaste excessivo de tempo e de energia e, sobretudo, sem perder o interesse e o prazer que o instrumento lhe proporciona.

O professor de violino é um profissional cuja tarefa é facilitar o processo de ensino musical, devendo estimular o aluno a desenvolver recursos de atenção internos e individuais, respeitando seu próprio ritmo de desempenho. O professor deve munir-se de conhecimentos que lhe permitam empregar os recursos necessários para ajudar todos os seus alunos, e não apenas aqueles de maior talento.

Apesar da pedagogia do violino ser abundante em recursos técnicos e musicais, a transdisciplinaridade se apresenta como um recurso de alta eficiência para a otimização dos processos de ensino-aprendizagem. Galamian afiança que o professor de violino deve dispor de material que seja amplo o suficiente para cobrir todos os casos e flexíveis para se adaptar a casos específicos.

*In violin playing, as in any other art, that which can be formulated is not a set of unyielding rules but rather a group of general principles that are **broad enough to cover all cases, yet flexible enough to be applied to any particular case**. The teacher must realize that every student is an individual with his own personality, his own characteristic physical and mental make-up, his own approach to the instrument and to music. Once the teacher recognizes this, he must treat the student accordingly. (GALAMIAN, 1962, p. 1, grifo nosso)¹¹*

¹¹No violino, assim como em qualquer arte, o que deve ser formulado não são regras, mas sim princípios, que devem ser **amplos o suficiente para cobrir todos os casos e flexíveis para se adaptar a casos específicos**. O professor deve perceber que cada aluno é um indivíduo com sua própria personalidade, características físicas e

A neurociência fornece material valioso para a prática e o estudo do violino. O desenvolvimento da memória, atenção seletiva, inibição cognitiva, flexibilidade cognitiva, além do desenvolvimento de habilidades tais como pensar antes de agir, controlar ações impulsivas, fugir de automatismos, manter o foco, encarar desafios imprevistos, agir de forma criativa, e adaptar-se a circunstâncias novas são fundamentais para o sucesso durante o estudo do violino. Ao longo desse trabalho, foi feita uma revisão de alguns desses aspectos neurocientíficos relacionados ao aprendizado do violino. Por enquanto, restam-nos evidências de que a atenção promove o melhor funcionamento do sistema motor. Entretanto, é necessário um maior número de pesquisas para que se possa chegar a conclusões mais contundentes.

mentais, percepção do instrumento e da música, e deve ser tratado de acordo com essas características.
(Tradução e grifo nosso)

REFERÊNCIAS

- ADRIAN, E. D.; ZOTTERMAN, Y. The impulses produced by sensory nerve-endings: Part II. The response of a Single End-Organ. *J Physiol*, v. 61, n. 2, p. 151-71, Apr 23 1926.
- BEAR M. F.; CONNORS B. W.; PARADISO M. A. *Neuroscience: Exploring the Brain*. 3rd ed. Nova York, EUA: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
- CAMMAROTA, M.; IZQUIERDO, I.; BEVILAQUA L. *Aprendizado e Memória*. In: LENT, R. *Neurociência da mente e do comportamento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- CHERKES-JULKOWSKI, M. *The Dysfunctionality of Executive Functions*. Apache Junction, AZ: Surviving Education Guides, 2005.
- DIAMOND, A. Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64. P. 135–168. 2013.
- FINNEY, S. A.; PALMER, C. Auditory Feedback and Memory for Music Performance: Sound Evidence for an Encoding Effect. *Memory & Cognition*, 31, p. 51-64, 2003.
- FONTES, M. A. *Você sabe que são as funções executivas?* Disponível em: <http://www.plenamente.com.br/artigo.php?FhIdArtigo=110#.V_7nN4Wnnx4> Acesso em: 12 out. 2016.
- FRIES, P. A. A mechanism for cognitive dynamics: neuronal communication through neuronal coherence. *Trends CognSci*, v. 9, n.10, p. 474-80, Oct 2005.
- GALAMIAN, I. *Principles of Violin Playing and Teaching*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1962.
- HALL, J. E. *Tratado de Fisiologia Médica*. 12. ed. Tradução de Alcides Marinho Junior *et al.* Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- HALPERN, A. R. Memory for the absolute pitch of familiar songs. *Memory and Cognition*, v. 17 n.5, p. 572-581, 1989.
- HOLST, I. *ABC da Música*. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1987.
- IVRY, R. B.; HAZELTINE R. E. Perception and production of temporal intervals across a range of durations: Evidence for a common timing mechanism. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 21 (1): 3-18, 1995.
- IZQUIERDO, I. *Memórias*. In: Estudos Avançados. Universidade de São Paulo. Instituto de Estudos Avançados vol. 3 n°. 6 (May/Aug 1989).
- KANDEL, E. *Principles of Neural Science*. 5th Ed. New York: McGraw-Hill, Health Professions Division, 2013.
- LAFOSSE, L. Learning to Memorize. *The Scroll*. Illinois: Winter of 1995.

LENT, R. *Cem Bilhões de Neurônios? Conceitos Fundamentais de Neurociência*. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 2010.

_____. *Neurociência da Mente e do Comportamento*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

LEVITIN, D. J. Absolute memory for musical pitch: Evidence from the production of learned melodies. *Perception and Psychophysics* 56 (4): 414-423, 1994.

_____. *This is your brain on music*. New York: Dutton/Penguin, 2006.

LIN, Y.; ABDULLA W. H. *Audio Watermark: A Comprehensive Foundation Using MATLAB*. Springer International Publishing, 2015.

MAGNANI, S. *Expressão e Comunicação na Linguagem da Música*. Belo Horizonte: UFMG (Coleção Aprender), 1989.

MOYES, C. D.; SCHULTE, P. M. *Princípios de Fisiologia Animal*. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

PALMER, C. *The nature of memory for music performance skills*. In Altenmüller E., Wiesendanger M., Kesselring J. (Eds.), *Music, Motor Control and the Brain*, pp 39-53. Oxford, UK: Oxford University Press, 2006.

POSNER M. I.; SNYDER C. R.; DAVIDSON B. J. Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology*, 109(2): 160-174, 1980.

PRIOLLI, M. L. M. *Princípios Básicos da Música para a Juventude*. V. 2, 6. ed. Rio de Janeiro: Casa Oliveira de Músicas S.A., 1973.

SADIE S.; TYRRELL J. *The New Grove Dictionary of Music and Musicians*. V. 17, 2. ed. Londres: Macmillan, 2001.

SIMONS, D. J.; CHABRIS, C. F. Gorillas in our midst: sustained inattention blindness for dynamic events. *Perception*, 28, p. 1059-1074, 1999.

TEIXEIRA, G. *Funções Executivas*. Disponível em: <http://www.comportamentoinfantil.com/artigos_funcoesexecutivas.html> Acesso em: 12 out. 2016.

WARD, W. D. *Absolute Pitch*. In: *The Psychology of Music*. San Diego: Academic Press, 1999.

ANEXOS

ANEXO A – Elementos da Linguagem Musical

A) Morfologia

No livro *Expressão e Comunicação na Linguagem da Música*, Sergio Magnani declara:

Como toda linguagem, a música possui uma morfologia, uma sintaxe e uma fraseologia. Embora não seja indispensável o conhecimento da linguagem para a captação da mensagem estética musical, [...] tal conhecimento amplia a esfera de compreensão das informações estéticas. (MAGNANI, 1989, p. 75)

As propriedades morfológicas do som são: altura, duração, intensidade e timbre. (MAGNANI, 1989, p. 75)

ALTURA - A altura diz respeito à frequência de uma nota. “Uma nota aguda tem frequência (*sic*) maior que uma nota grave.” (HOLST, 1987, p. 4) Uma corda que vibra a uma velocidade de 440 ciclos por segundo (ou Hertz) resulta na emissão da nota LÁ, por exemplo. (Fig. 1)

Fig. 1: Representação gráfica da altura - a primeira nota (LÁ), é mais grave e tem uma frequência de 440 Hz, enquanto que a segunda (RÉ) é mais aguda e vibra a 586 Hz.



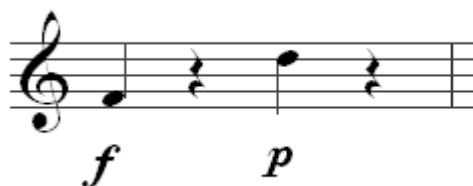
DURAÇÃO - “A duração é o período de tempo durante o qual o som é captado pelo nosso ouvido.” (MAGNANI, 1989, p. 76) Um som pode ser longo ou curto. (Fig. 2)

Fig. 2: Representação gráfica de quatro notas de mesma frequência (altura), porém de durações diferentes (a primeira é a mais curta, enquanto a última é a mais longa).



INTENSIDADE - “A intensidade consiste no grau de fôrça (sic) com que se apresenta o som e depende da amplitude das vibrações.” (PRIOLLI, 1973, p. 62) Quanto menor a amplitude de uma onda, menor sua intensidade. Quanto menor a intensidade de um som, menos audível ele é. (Fig. 3)

Fig. 3: Representação gráfica de intensidade.
A primeira nota deve ser tocada com uma maior intensidade (forte),
e a segunda, com uma menor intensidade (piano),
onde forte significa maior volume e piano, menor volume.



TIMBRE - O timbre “é a característica do som, a sua cor diferencial e sua virtual personalidade.” (MAGNANI, 1989, p. 77) “O timbre depende do número de harmônicos que acompanham o som gerador. [...] Se ouvirmos um mesmo som produzido por vozes ou instrumentos diferentes, é por meio do timbre que reconhecemos esta ou aquela voz, ou ainda qual o instrumento que o produziu.” (PRIOLLI, 1973, p. 63) (Fig. 4)

Fig. 4: Representação gráfica de timbre.
A mesma nota soará diferente ao ser emitida por diferentes fontes sonoras.



B) Sintaxe

Os elementos da sintaxe musical são a melodia, a harmonia, o ritmo, a agógica e a dinâmica.

[...] Uma série de alturas diferentes coordenadas horizontalmente, isto é, numa seqüência temporal, dará origem à melodia; a sua organização no espaço vertical, dentro da mesma unidade de tempo, resultará em contraponto ou em harmonia. A seqüência de uma série de durações – positivas ou negativas, caso sejam representadas por sons ou silêncios – dará origem ao ritmo e ao plano agógico da obra. A sucessão de intensidades diferentes criará o plano dinâmico. Finalmente, a organização horizontal e vertical de séries tímbricas atingirá a terceira dimensão, a profundidade, em todos os seus aspectos dialéticos de cor e de claro-escuro. (MAGNANI, 1989, p. 77)